



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 100 44 676.0
22 Anmeldetag: 9. 9. 2000
43 Offenlegungstag: 4. 4. 2002

71 Anmelder:
Vits Maschinenbau GmbH, 40764 Langenfeld, DE
74 Vertreter:
Frese-Göddecke, B., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anw., 47800 Krefeld

72 Erfinder:
Ohe, Thomas von der, 50735 Köln, DE; Klas, Ernst,
53721 Siegburg, DE

56 Entgegenhaltungen:
DE 195 36 352 C2
DE 43 17 400 C2
DE 14 49 674 A
DE424 0700a1
DE 121 54 65C
DD 2 85 760 A5
DD 4 07 08C

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

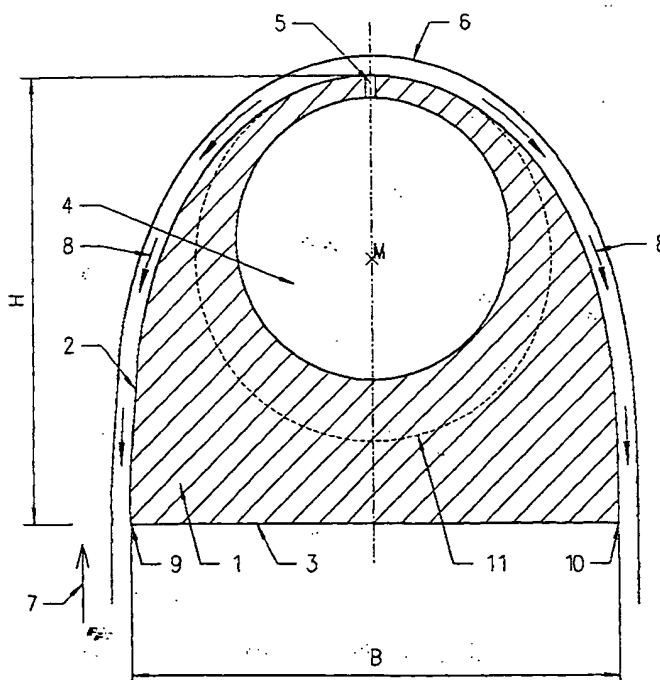
54 Wendestange

57 Bei bekannten Wendestangen wird eine durchlaufende Bahn durch ein dünnes Polster, welches durch strömende Luft oder Flüssigkeit gebildet wird, in kurzem Abstand ohne Berührung über eine zylindrische Umlenkfläche geführt, die einen Teil der Mantelfläche des Wendestabes bildet. Sie ist mit Düsenöffnungen zum Zuführen des Mediums verbunden.

Bisher war es vor allem bei hohen Bahnspannungen kaum möglich, die Bahn ruhig zu führen, ohne daß sie ins Flattern geriet. Diesem Problem will die Erfindung abhelfen.

Der neue Wendestab zeichnet sich durch die Kombination folgender Merkmale aus:

- a) die Umlenkfläche ist glatt;
- b) bei jedem der beiden spiegelsymmetrischen Bogenstücke der Kontur (2) ist der Krümmungsradius an jedem Punkt umgekehrt proportional zu der vom Endpunkt (9, 10) aus gemessenen Bogenlänge;
- c) es ist nur eine einzige Reihe von Düsenöffnungen (5) vorgesehen, und zwar in der Scheitellinie der Umlenkfläche. Alternativ sind insgesamt zwei parallele Reihen von Düsenöffnungen (5a, 5b) mit geringem Abstand symmetrisch zu beiden Seiten der Scheitellinie angeordnet (Figur 2).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Wendestange zum Umlenken einer flexiblen durchlaufenden Bahn, insbesondere einer Papierbahn, um einen bestimmten Winkel ohne Berührung mit festen Gegenständen.

[0002] Bei derartigen Wendestangen wird die durchlaufende Bahn durch ein dünnes Polster, welches durch strömendes Gas oder Flüssigkeit gebildet wird, in kurzem Abstand ohne Berührung über einen zylindrischen Teil der Mantelfläche der Wendestange geführt, der mit Düsenöffnungen zum Zuführen des flüssigen oder gasförmigen Mediums versehen ist. Die Düsenöffnungen sind meistens als Querschlitz ausgebildet oder als Bohrungen, die reihenweise auf Erzeugenden der Zylinderfläche angeordnet sind. Der Teil der Mantelfläche, über dem die Bahn berührungslos geführt wird, wird nachfolgend als "Umlenkfläche" bezeichnet. Wie weiter unten ausgeführt, ist bei bekannten Wendestangen die Kontur der Umlenkfläche meistens kreisbogenförmig. In einigen Fällen hat sie aus unterschiedlichen Gründen eine abweichende Form; das gilt auch für den weiter unten angegebenen nächstliegenden Stand der Technik, von dem die Erfindung ausgeht. Die den beiden Endpunkten der Kontur zugeordneten Tangenten schließen einen Winkel ein, der dem vorbestimmten Umlenkwinkel entspricht.

[0003] Die DE 43 17 400 C2 beschreibt eine kreiszylindrische Wendestange mit glatten Außenflächen, bei der die gesamte, sich über etwa 180° erstreckende Umlenkfläche mit Ausblasöffnungen versehen ist.

[0004] Die DE-PS 12 15 465 beklagt, daß bei einer derartigen Vorrichtung die Luft rasch und unkontrolliert abströmt und daher ein ungleichmäßiges Polster bildet. Um ein stets gleichbleibendes Luftpolster zu gewährleisten, soll am Anfang und am Ende der Umlenkfläche, die mit mehreren Reihen von Düsenbohrungen versehen ist, je eine schräg in Richtung der Scheitellinie der Umlenkfläche blasende Schlitzdüse vorgesehen werden.

[0005] Gemäß DE 42 40 700 A1 sind bei einer Wendestange, deren Umlenkfläche im Querschnitt halbkreisförmig ist, am Anfang und am Ende die Düsenöffnungen dichter angeordnet, als in dem dazwischen liegenden Bereich. Dadurch soll in den Randbereichen einmal eine große Kraft auf das Band ausgeübt werden, zum anderen das Abströmen vermieden werden.

[0006] Die DE-OS 14 49 674 zeigt eine Wendestange, deren Wand im Umlenkbereich durch eine bogenförmig gekrümmte Platte aus Streckmetall gebildet wird. Der gesamte, sich über mehr als 180° erstreckende Umlenkbereich ist daher gleichmäßig perforiert. Der in der Zeichnung erkennbare birnenartige Querschnitt dürfte durch den Biegevorgang bedingt sein.

[0007] Die DD 285 760 A5, von der die Erfindung ausgeht, beschreibt eine Wendestange, bei dem die Kontur der Umlenkfläche, ausgehend von den Kanten des Materialeinlaufs bzw. -auslaufs bis zu einer parallel zu den Kanten angeordneten Reihe von Auströmöffnungen und weiter von Reihe zu Reihe bis zur Scheitellinie eine proportional dem Druckverlauf zunehmende Krümmung aufweist. Bei einem Ausführungsbeispiel, welches für einen Umlenkwinkel von 180° vorgesehen ist, sind insgesamt elf Reihen von Düsen zu erkennen. Der Querschnitt des Wendestabes erinnert an eine längs ihrer kurzen Achse halbierte Ellipse. Das Verhältnis zwischen Breite und Höhe liegt bei knapp 1,4. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel, bei dem der Umlenkwinkel bei etwa 90° liegt, erkennt man fünf Düsenreihen. Der Zeichnung ist ein Verhältnis Breite zu Höhe von etwa 3,8 zu entnehmen.

[0008] Die DE 195 36 352 C2 geht von der vorgenannten

Schrift aus, bei der sich ein Nachteil beklagt, daß das Medium sehr schnell abströmt und daher nur relativ kurz auf die Materialbahn einwirkt. Ihr liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, die Effektivität zu erhöhen. Das soll dadurch erreicht werden, daß die Umlenkfläche mit regelmäßigen, Feinturbulenzen erzeugenden Querrillen versehen ist. Dabei soll die Rillentiefe zu der Höhe des Fluidstropfpolsters in einem Verhältnis von 2 bis 5 stehen, die Rillentiefe 1 bis 5. Bei einem für eine 180°-Umlenkung geeigneten Ausführungsbeispiel ist symmetrisch zur Scheitellinie zu beiden Seiten je eine Reihe von Lochdüsen angeordnet. Der dazwischen liegende, etwa einen Winkelbereich von 120° umfassende Teil der Umlenkfläche hat im Querschnitt offenbar eine kreisbogenförmige Kontur. Zu beiden Seiten schließen sich daran Randbereiche an, die sich nur über je 30° erstrecken. Ihre Kontur hat offenbar einen erheblich größeren Krümmungsradius als der mittlere Bereich. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel ist der Querschnitt des Wendestabes kreisförmig. Eine Lochreihe ist in der Scheitellinie der sich über 180° erstreckenden Umlenkfläche angebracht, zwei weitere parallel dazu an beiden Seiten. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist aus der Zeichnung nur ein sehr kleiner Umlenkwinkel von etwa 20° zu entnehmen. Dementsprechend gering ist die Wölbung der Umlenkfläche. Sie weist zwei symmetrisch zur Scheitellinie angeordnete Schlitzdüsen auf. Allen Ausführungsbeispielen gemeinsam sind die Querrillen in der Umlenkfläche.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wendestange mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 zu verbessern, so daß auch bei hohen Bahnspannungen bei niedrigem Energieverbrauch eine ruhige Bahnführung erreicht wird. Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

[0010] Bei den beiden im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen alternativen Ausführungen der Erfindung durchströmt das Medium den zwischen der durchlaufenden Bahn und der Umlenkfläche der Wendestange bestehenden Spalt auf der ganzen Länge ungestört. Die gleichmäßige Strömung wird weder durch zuströmendes Medium noch durch Unebenheiten der Umlenkfläche beeinträchtigt. Das gilt für beide Ausführungen. Wenn nur eine einzige Düsenreihe vorhanden ist, verteilt sich das zuströmende Medium wegen der Symmetrie gleichmäßig nach beiden Seiten. Wenn jedoch beiderseits der Scheitellinie je eine Düsenreihe vorhanden ist, strömt das Medium von der zulaufseitigen Düsenreihe einseitig zu der zulaufseitigen Begrenzungskante des Umlenkbereichs, von der anderen Düsenreihe zu der ablaufseitigen Begrenzungskante. Zwischen den beiden Düsenreihen bildet sich – ähnlich wie bei bekannten symmetrischen Luftkissendüsen – ein statisches Druckpolster aus. Die gleichmäßige Strömung ergibt, wie durch Versuche bestätigt wurde, ein im Vergleich zum Stand der Technik außergewöhnlich ruhiges Bahnverhalten ohne Flattern und ohne Schwingungen. Dieser Vorteil kommt insbesondere bei hohen Bahnspannungen zur Geltung, zum Beispiel etwa 800 N/m bei Papierbahnen. Dabei ist es wichtig, daß die Umlenkfläche völlig glatt ist. Die Tiefe etwaiger durch die Bearbeitung verursachter Unebenheiten, wie Schleifriefen oder dergleichen, soll wesentlich kleiner sein als die Höhe des Spaltes, der sich im Betrieb zwischen Umlenkfläche und durchlaufender Bahn einstellt.

[0011] Der Überdruck, mit dem das Medium zugeführt wird, liegt unter vergleichbaren sonstigen Bedingungen etwas höher als beim nächstliegenden Stand der Technik, zum Beispiel bei einer 180°-Umlenkung etwa doppelt so hoch. Da jedoch die Wegstrecke, die das Medium in dem zwischen Umlenkfläche und durchlaufender Bahn gebildeten Spalt

zurücklegt, erheblich größer ist als beim Stand der Technik, ist die Effektivität entsprechend geringer, so daß der erforderliche Volumenstrom zum Beispiel um den Faktor 4 verkleinert werden kann. Die Gebläse- oder Pumpenleistung, die sich aus dem Produkt von Überdruck und Volumenstrom ergibt, liegt daher bei der erfindungsgemäßen Wendestange nur etwa halb so hoch wie beim vergleichbaren Stand der Technik.

[0012] Bei inkompressiblen Medien stellt sich längs des Strömungsweges ein linearer Druckabfall ein. Dabei ist der Überdruck, mit dem das Medium zugeführt wird, proportional zur Bahnspannung. Es besteht an jeder Stelle der Umlenkfläche Kräftegleichgewicht zwischen der Resultierenden der Bahnspannung und dem an der gleichen Stelle bestehenden Druck im Spalt. Da die Resultierende der Bahnspannung von der lokalen Krümmung abhängt, kann die optimale Krümmung für jeden Punkt des Umlenkbereiches in Abhängigkeit vom Druck berechnet werden. Daraus ergibt sich das Merkmal des Anspruchs 2. Die durch Anspruch 2 definierte Kurve ist unter den Bezeichnungen "Klothoide" oder "Cornu-Spirale" bekannt. Sie ist unter den vereinfachenden Annahmen berechnet, daß das Medium inkompressibel ist und daß das Gewicht der Bahn, verglichen mit der resultierenden Kraft aus der Bahnspannung, gering ist. Wenn mit einem gasförmigen Medium bei einem Druck gearbeitet wird, bei dem das Medium in einem merklichen Maß komprimiert wird, kann sich – wie weiter unten ausgeführt – eine Kontur ergeben, die von der in Fig. 1 gezeichneten Kurve – wenn auch geringfügig – abweicht. Das Gleiche gilt, wenn das Gewicht der Bahn nicht außer Acht gelassen werden darf.

[0013] Weitere bevorzugte und vorteilhafte Merkmale der Erfindung sind Gegenstand der Ansprüche 3–9.

[0014] Die Zeichnung dient zur Erläuterung der Erfindung.

[0015] Fig. 1 zeigt eine Klothoide oder Cornu-Spirale.

[0016] Die Fig. 2 bis 5 zeigen im Querschnitt verschiedene für inkompressible Medien geeignete Wendestäbe gemäß der Erfindung. Darin ist jeweils die Kontur, das heißt die Leitlinie der zylindrischen Umlenkfläche, maßstäblich dargestellt. Ansonsten ist die Darstellung schematisch und vereinfacht.

[0017] Fig. 6 zeigt Konturen von Wendestäben, die unter Berücksichtigung der Kompressibilität des Mediums berechnet sind.

[0018] Die in Fig. 1 dargestellte Kurve hat die Eigenschaft, daß der Krümmungsradius R an jedem Punkt umgekehrt proportional ist zu der vom Nullpunkt aus gemessenen Bogenlänge. Die Bogenlänge ist neben der Kurve eingetragen. Der Bogenlänge 1 entspricht zum Beispiel ein Krümmungsradius $1 : \pi$, der Bogenlänge 0,5 ein doppelt so großer Krümmungsradius. Im Nullpunkt ist der Krümmungsradius unendlich groß. Im Rahmen der Erfindung interessant ist aus Gründen, die weiter unten deutlich werden, der vom Nullpunkt ausgehende Abschnitt der Kurve bis zu einer Bogenlänge von etwa 1,2, insbesondere bis zu einer Bogenlänge zwischen etwa 0,5 und 1,0.

[0019] Eine in Fig. 2 dargestellte Wendestange 1 ist aus Vollmaterial gearbeitet. Ein Teil ihrer Mantelfläche ist als glatte Zylinderfläche ausgebildet, deren Kontur 2 die Form eines symmetrischen Bogens hat. Dieser Teil der Mantelfläche ist die Umlenkfläche. Den übrigen Teil der Mantelfläche des Wendestabes 1 bildet eine ebene Basisfläche, von der in Fig. 2 die Basislinie 3 erkennbar ist. Diese schneidet die bogenförmige Kontur in den beiden Endpunkten 9, 10 im rechten Winkel. Der Querschnitt der Wendestange 1 erinnert an eine Ellipse, die längs ihrer in der Zeichnung waagerecht liegenden kleinen Achse halbiert ist. Im Inneren der Wende-

stange 1 befindet sich ein Hohlraum 4 mit kreisförmigen Querschnitt. Er erstreckt sich im wesentlichen über die gesamte Länge der Wendestange 1. Von dem Hohlraum 4 gehen zahlreiche Bohrungen 5 aus. Sie sind längs der Scheitellinie, die man sich senkrecht zur Ebene der Zeichnung vorzustellen hat, in gleichmäßigen kurzen Abständen angeordnet. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Bohrungen 5 ist höchstens fünf mal so groß wie der Durchmesser einer Bohrung. Auf der gesamten Länge der Scheitellinie sollen mindestens zehn Bohrungen vorhanden sein, um eine gleichmäßige Verteilung der Strömung zu erreichen. Der Hohlraum 4 ist im Betriebszustand mit der Druckseite eines in der Zeichnung nicht dargestellten Gebläses oder einer Flüssigkeitspumpe verbunden.

[0020] Die Kontur 2 besteht aus zwei spiegelsymmetrischen Bogenstücken, die von den Endpunkten 9, 10 ausgehen und im Scheitelpunkt der Kontur 2 aneinander gesetzt sind. Das von dem Endpunkt 10 ausgehende Bogenstück hat genau die Form des Kurvenabschnitts, der in Fig. 1 vom Nullpunkt bis zur Länge 1 reicht. Das andere Bogenstück ist dazu spiegelbildlich. Aus der speziellen Form der Kontur 2 ergeben sich die charakteristischen Größenverhältnisse der Wendestange 1. Die Länge B der Basislinie 3 steht zu der Höhe H des Wendestabes 1 in einem Verhältnis von etwa 1,12. Der Krümmungsradius des gestrichelt gezeichneten Kreises 11, der sich in der Umgebung des Scheitelpunktes an die Kontur 2 eng anschmiegt, verhält sich zur Länge B der Basislinie wie etwa 0,36, zur Höhe H etwa wie 0,41. Sein Mittelpunkt ist mit M bezeichnet, sein Radius mit R .

[0021] Im Betrieb wird eine Papierbahn 6 in Richtung des Pfeils 7 von unten zugeführt. Sie umschlingt die gesamte Umlenkfläche und wird dabei um 180° umgelenkt, so daß sie senkrecht nach unten abläuft. Ein flüssiges oder gasförmiges Medium strömt unter erhöhtem Druck aus dem Hohlraum 4 durch die Bohrungen 5 und verteilt sich gleichmäßig nach beiden Seiten, wie durch Pfeile 8 angedeutet. Das abströmende Medium bildet ein dünnes Polster, welches die durchlaufende Bahn 6 abstützt, so daß sie die Umlenkfläche nicht berührt. Der Spalt zwischen der Bahn 6 und der Umlenkfläche ist in der Zeichnung übertrieben groß dargestellt. Wenn zum Beispiel Luft als strömendes Medium eingesetzt wird, liegt er in Wirklichkeit bei einigen Zehntel mm. Auf dem Weg entlang der Umlenkfläche fällt der Druck des Mediums ab. An der Kante zwischen Umlenkfläche und Basisfläche stimmt der Druck mit dem Umgebungsdruck überein.

[0022] Durch die spezielle Kontur 2 der Wendestange 1 wird erreicht, daß bei gleichmäßiger Dicke des zwischen Umlenkfläche und Bahn 6 bestehenden Polsters und gleichmäßigem Druckabfall auf der gesamten Länge des Strömungsweges Gleichgewicht besteht zwischen der aus der Bahnspannung resultierenden Kraft, die in Richtung auf die Umlenkfläche wirkt, und der in entgegengesetzter Richtung wirkenden Druckkraft des Polsters. Der Druck, mit dem das Medium zugeführt wird, ist dabei so zu wählen, daß im Bereich der Scheitellinie der Überdruck des Polsters der folgenden Beziehung genügt:

$$P = \frac{S}{R}$$

[0023] Dabei ist S die Bahnspannung und R der Krümmungsradius im Scheitelpunkt. Aus dieser Beziehung ergibt sich eine einfache Möglichkeit zur Regelung des Druckes. Die Bahnspannung S wird im Betrieb laufend gemessen. Aus der Bahnspannung wird der Druck mit der angegebenen Formel berechnet. Der so berechnete Druck dient als Sollwert in einem Regler, der den Druck des zugeführten Mediums auf diesen Sollwert einregelt.

[0024] Auch wenn die Kontur der Wendestange 1 von einer Klothoide ein wenig abweicht, ergibt sich eine wesentlich verbesserte Bahnführung gegenüber herkömmlichen Wendestangen, deren Umlenkfläche eine kreisbogenförmige oder auch von der Kreisform abweichende Kontur hat. Voraussetzung ist, daß der Krümmungsradius von der Scheitellinie bis zu den Endpunkten der Kontur gleichmäßig zunimmt und in der Nähe der Endpunkte vergleichsweise groß ist. Eine Kontur, die für die Praxis einer Klothoide hinreichend ähnlich ist, läßt sich bei einem Umlenkwinkel von 180° erreichen, wenn das Verhältnis $B : H$ zwischen 1 und 1,3 liegt, vorzugsweise zwischen 1,05 und 1,15. Wenn unter Bedingungen gearbeitet wird, bei denen die Kompressibilität des Mediums nicht vernachlässigbar ist, kann das Verhältnis $B : H$ – wie im Zusammenhang mit Fig. 6 erläutert – auch höher liegen. Das Verhältnis $R : B$ kann zwischen 0,33 und 0,45 liegen.

[0025] Von dem soeben beschriebenen Ausführungsbeispiel unterscheidet sich das in Fig. 3 veranschaulichte Ausführungsbeispiel dadurch, daß es zwei Reihen von Düsenöffnungen 5a, 5b aufweist, die symmetrisch zu beiden Seiten der Scheitellinie angeordnet sind. Der Abstand sollte nicht größer sein als etwa ein Fünftel oder höchstens ein Viertel der Länge B der Basislinie 3. Die Kontur zwischen den beiden Düsenreihen 5a, 5b ist kreisförmig. Der Radius entspricht dem Krümmungsradius der beiderseits anschließenden klothoidenförmigen Bogenstücke an der Stelle, an der sich die Düsenöffnungen 5a, 5b befinden. Er ist daher etwas größer als bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2. Bei kleinem Abstand zwischen den Düsenreihen 5a, 5b ist die Kontur im Zwischenraum nicht kritisch. Von der einen Düsenreihe 5a strömt das Medium zur einen Seite, von der anderen Düsenreihe 5b zur anderen Seite. Die Strömung ist ungestört und völlig gleichmäßig. Zwischen den beiden Düsenreihen 5a, 5b baut sich ein statischer Druck auf.

[0026] Fig. 4 zeigt eine Wendestange 1 für eine Umlenkung von 90°. Sie hat eine einzige, in der Scheitellinie angeordnete Reihe von Düsenöffnungen 5. Die Kontur 2 hat Ähnlichkeit mit einem Bogen einer Sinuslinie. Sie besteht aus zwei zur Scheitellinie symmetrischen Bogenstücken. Dem Bogenstück entspricht in Fig. 1 der Abschnitt der Klothoide, der vom Nullpunkt ausgeht und bis zu dem Berührungspunkt der Klothoide mit der Tangente reicht, die mit der x-Achse des Koordinatensystems einen Winkel von 45° einschließt. Die Länge dieses Abschnitts beträgt etwa 0,7, der Krümmungsradius etwa 0,45, bezogen auf die Maßeinheit des Koordinatensystems. Ein Kreis 11 mit diesem Krümmungsradius ist in Fig. 4 gestrichelt eingezeichnet. Das Verhältnis zwischen der Länge der Basislinie B und der Höhe H der Scheitellinie liegt bei etwa 3,4. Ohne nennenswerte Verschlechterung des Betriebsverhaltens darf das Verhältnis auch von diesem Wert geringfügig abweichen; es kann etwa zwischen 3 und 4 liegen, insbesondere zwischen 3,2 und 3,6.

[0027] In ähnlicher Weise läßt sich die Kontur für jeden beliebigen Umlenkwinkel ermitteln. Man trägt in Fig. 1 die Tangente ein, die mit der x-Achse einen Winkel einschließt, der halb so groß ist wie der gewünschte Umlenkwinkel. Den Kurvenabschnitt, der sich in Fig. 1 vom Nullpunkt bis zum Berührungspunkt mit der Tangente erstreckt, ergänzt man durch sein Spiegelbild. Auf diese Weise erhält man die Kontur der Umlenkfläche. Aus der direkt aus Fig. 1 ablesbaren Bogenlänge zwischen Nullpunkt und Berührungspunkt ergibt sich der Krümmungsradius im Scheitelpunkt. Durch maßstäbliche Vergrößerung oder Verkleinerung erhält man jeden beliebigen Krümmungsradius, den man aus den Betriebsparametern gemäß der oben angegebenen Beziehung errechnet hat.

[0028] Fig. 5 zeigt eine Wendestange für eine Umlenkung von 240°. Sie hat eine einzige, in der Scheitellinie angeordnete Reihe von Düsenöffnungen 5. Die Kontur 2 ist birnenähnlich. Sie besteht aus zwei zur Scheitellinie symmetrischen Bogenstücken, die der Fig. 1 entnommen sind. Dem Bogenstück entspricht in Fig. 1 der Kurvenabschnitt, der vom Nullpunkt ausgeht und bis zu dem Berührungspunkt der Klothoide mit einer Tangente reicht, die mit der x-Achse einen Winkel von 120° einschließt. Die Länge des Abschnitts beträgt etwa 1,15, der Krümmungsradius liegt an dieser Stelle etwa bei 0,28, jeweils bezogen auf die Maßeinheit des Koordinatensystems der Fig. 1. Das Verhältnis $B : H$ beträgt etwa 0,3. Die Papierbahn 6 wird zum Beispiel über eine Walze 12 zugeführt und über eine Walze 13 abgeführt. Für berührungslos umzulenkende Bahnen können an Stelle der Walzen 12, 13 auch Wendestangen eingesetzt werden.

[0029] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Wegstrecke, die von dem Medium in Kontakt mit der Bahn durchströmt wird, besonders lang. Daher eignet sich diese Wendestange hervorragend für Anwendungsfälle, bei denen eine Einwirkung des Mediums auf die Bahn erwünscht ist, zum Beispiel bei gasförmigen Medien eine Trocknung, bei flüssigen Medien eine Imprägnierung.

[0030] Beim Vergleich der in den Fig. 2 bis 5 veranschaulichten Ausführungsbeispiele fällt der Unterschied zwischen der erfindungsgemäßen Wendestange und den herkömmlichen Wendestangen, bei denen die Kontur kreisbogenförmig oder kreisbogenähnlich ist, um so stärker ins Auge, je größer der Umlenkwinkel ist. Dementsprechend kommen auch die vorteilhaften Wirkungen der Erfindung bei großen Umlenkwinkeln stärker zur Geltung als bei kleinen Umlenkwinkeln. Der bevorzugte Anwendungsbereich liegt daher bei Umlenkwinkeln über 60°, vorzugsweise ab 90°.

[0031] Es versteht sich, daß die in den Fig. 4 und 5 veranschaulichten Ausführungsbeispiele im Rahmen der Erfindung abgewandelt werden können, indem man in Analogie zu Fig. 3 die längs der Scheitellinie angeordneten Düsenöffnungen 5 durch zwei Reihen von Düsenöffnungen 5a, 5b ersetzt, die symmetrisch zu beiden Seiten der Scheitellinie angeordnet sind.

[0032] Wenn die Kompressibilität des Mediums berücksichtigt wird, hat der Druckabfall zwischen Scheitellinie und Randlinie einen anderen Verlauf als bei inkompressiblen Medien. Dementsprechend ergibt sich eine andere Kontur der Wendestange. Wie die Rechnung zeigt, ist die entscheidende Größe für den Verlauf der Kontur das Dichteverhältnis K zwischen Scheitellinie und Randlinie. Bei $K = 1$ ist die Kontur eine Klothoide. Mit zunehmendem K wird das Verhältnis $B : H$ größer. Das veranschaulicht Fig. 6 am Beispiel verschiedener 180°-Wendestangen, von deren Kontur jeweils eine Symmetriehälfte dargestellt ist. Die Konturen für die verschiedenen Werte von K wurden unter der Annahme berechnet, daß das Medium ein ideales Gas ist. In der Praxis liegt K meistens zwischen 1 und 2, bevorzugt zwischen 1 und 1,5. In diesem Bereich ist die Abweichung der Kontur von der Klothoide ($K = 1$) gering. Daher können Wendestangen, die für inkompressible Medien berechnet sind, in diesem Bereich ohne Nachteil eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Wendestange zum Umlenken einer flexiblen laufenden Bahn, insbesondere einer Papierbahn, um einen bestimmten Winkel ohne Berührung mit festen Gegenständen,

mit folgenden Merkmalen:

a) ein Teil der Mantelfläche der Wendestange ist

als glatte, zylindrische Umlenkfläche ausgebildet, deren Kontur die Form eines symmetrischen Bogens hat;

- b) im Bereich der Umlenkfläche sind Düsenöffnungen angeordnet, die von einem im Inneren befindlichen Hohlraum ausgehen, der mit einem Anschluß zum Zuführen eines unter Druck stehenden flüssigen oder gasförmigen Mediums versehen ist;
- c) ausgehend von den beiden Endpunkten der Kontur nimmt deren Krümmung in Richtung auf eine längs einer Erzeugenden angeordneten Reihe von Düsenöffnungen zu;
- d) die Zunahme der Krümmung ist proportional zu dem Druck, der sich im Betrieb in dem quer zu den erzeugenden strömenden Medium einstellt;

dadurch gekennzeichnet, daß entweder

- e) nur eine einzige Reihe von Düsenöffnungen (5) vorgesehen ist, und zwar längs der Scheitellinie;

oder

- f) daß insgesamt zwei parallele Reihen von Düsenöffnungen (5a, 5b) mit geringem Anstand voneinander symmetrisch zu beiden Seiten der Scheitellinie angeordnet sind.

2. Wendestange nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Endpunkt (9, 10) der Kontur (2) und seinem Schnittpunkt mit der Linie, längs der die Düsenöffnungen (5, 5a, 5b) angeordnet sind, der Krümmungsradius der Kontur (2) an jedem Punkt umgekehrt proportional ist zu der vom Endpunkt (9, 10) aus gemessenen Bogenlänge.

3. Wendestange nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Umlenkwinkel größer als 60° ist.

4. Wendestange nach einem Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenöffnungen (5, 5a, 5b) Bohrungen sind.

5. Wendestange nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch einen Regler, der den Druck des zugeführten Mediums auf einen von der Bahnspannung abhängigen Sollwert einregelt.

6. Wendestange nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Umlenkwinkel 180° beträgt und daß die Länge B der die beiden Endpunkte (9, 10) verbindenden Basislinie zur Höhe H, gemessen von der Basislinie zum Scheitelpunkt, in einem Verhältnis 1,0 bis 1,3 steht.

7. Wendestange nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis 1,05 bis 1,15 beträgt.

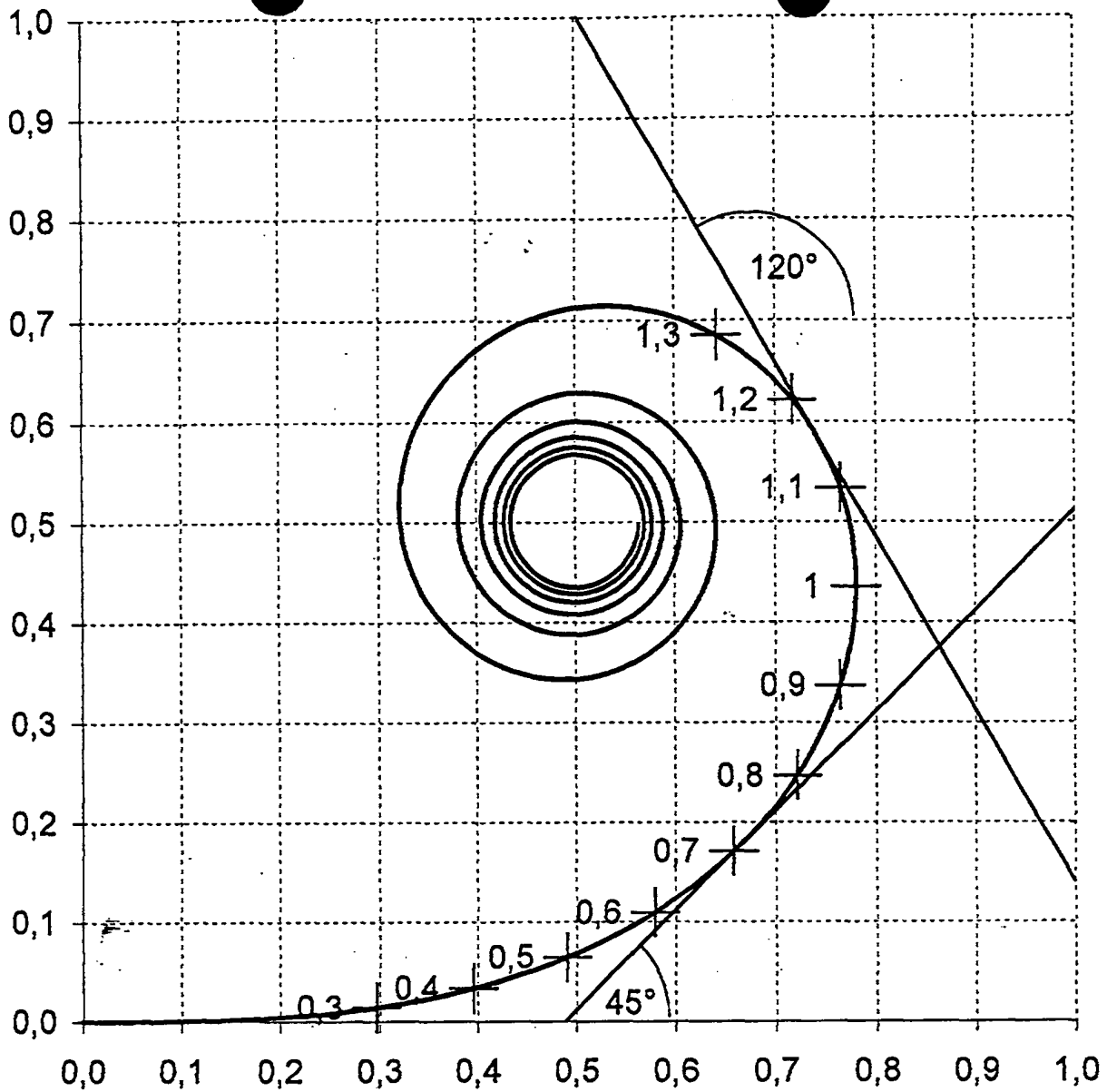
8. Wendestange nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Umlenkwinkel 90° beträgt und daß die Länge B der die beiden Endpunkte (9, 10) verbindenden Basislinie zur Höhe H gemessen von der Basislinie zum Scheitelpunkt, in einem Verhältnis 3,0 bis 4,0 liegt.

9. Wendestange nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis 3,2 bis 3,6 beträgt.

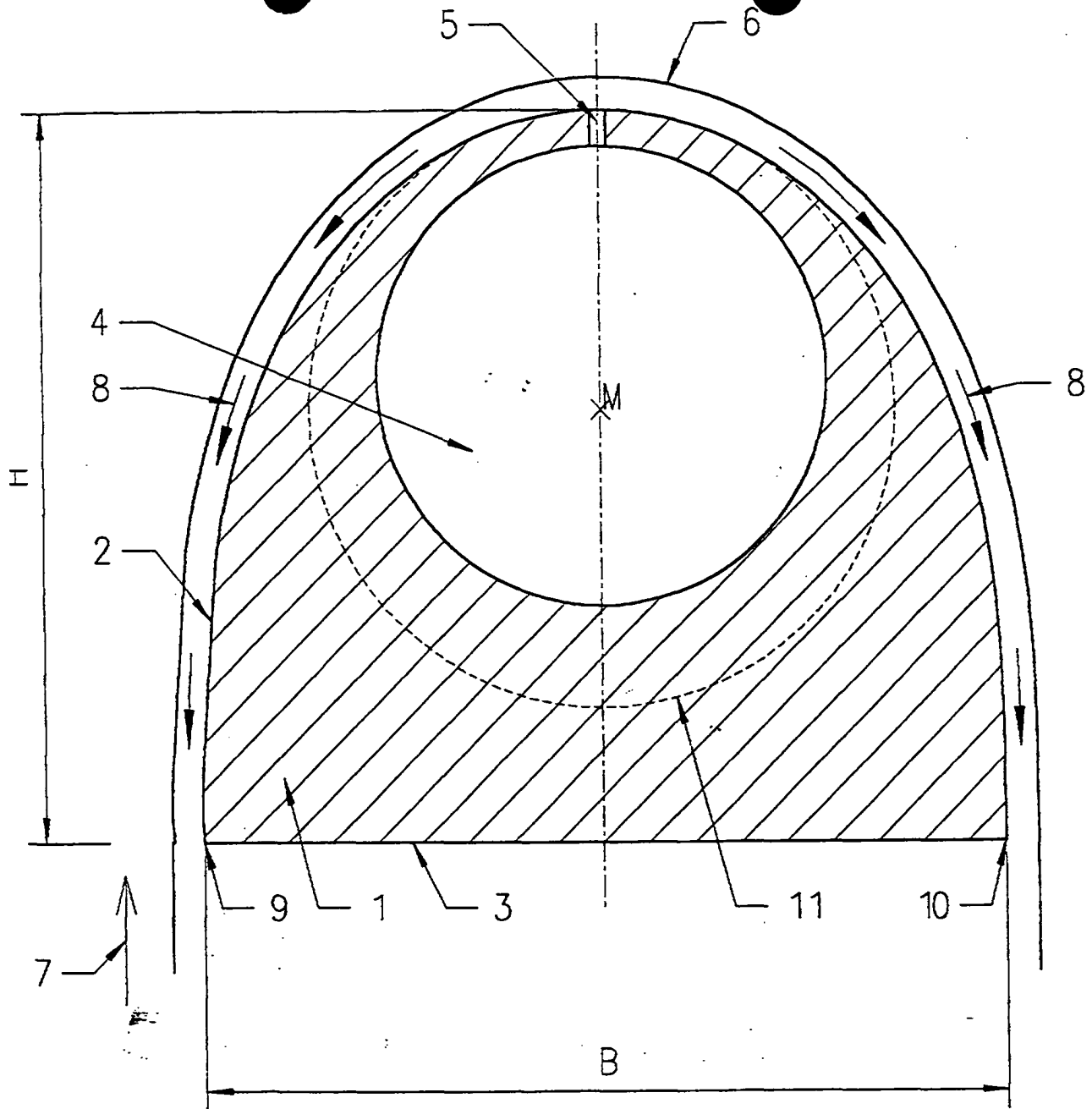
Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

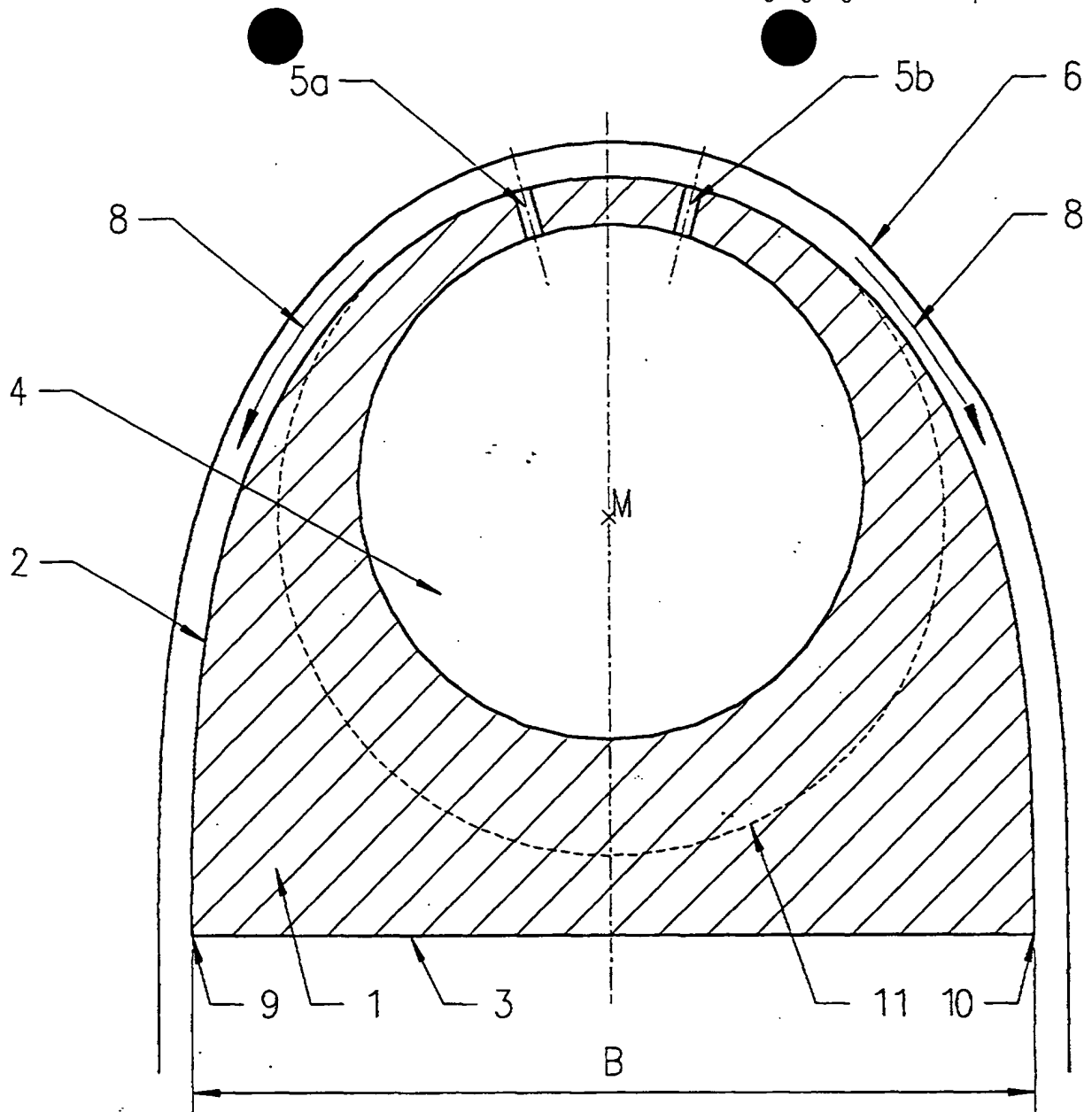
- Leerseite -



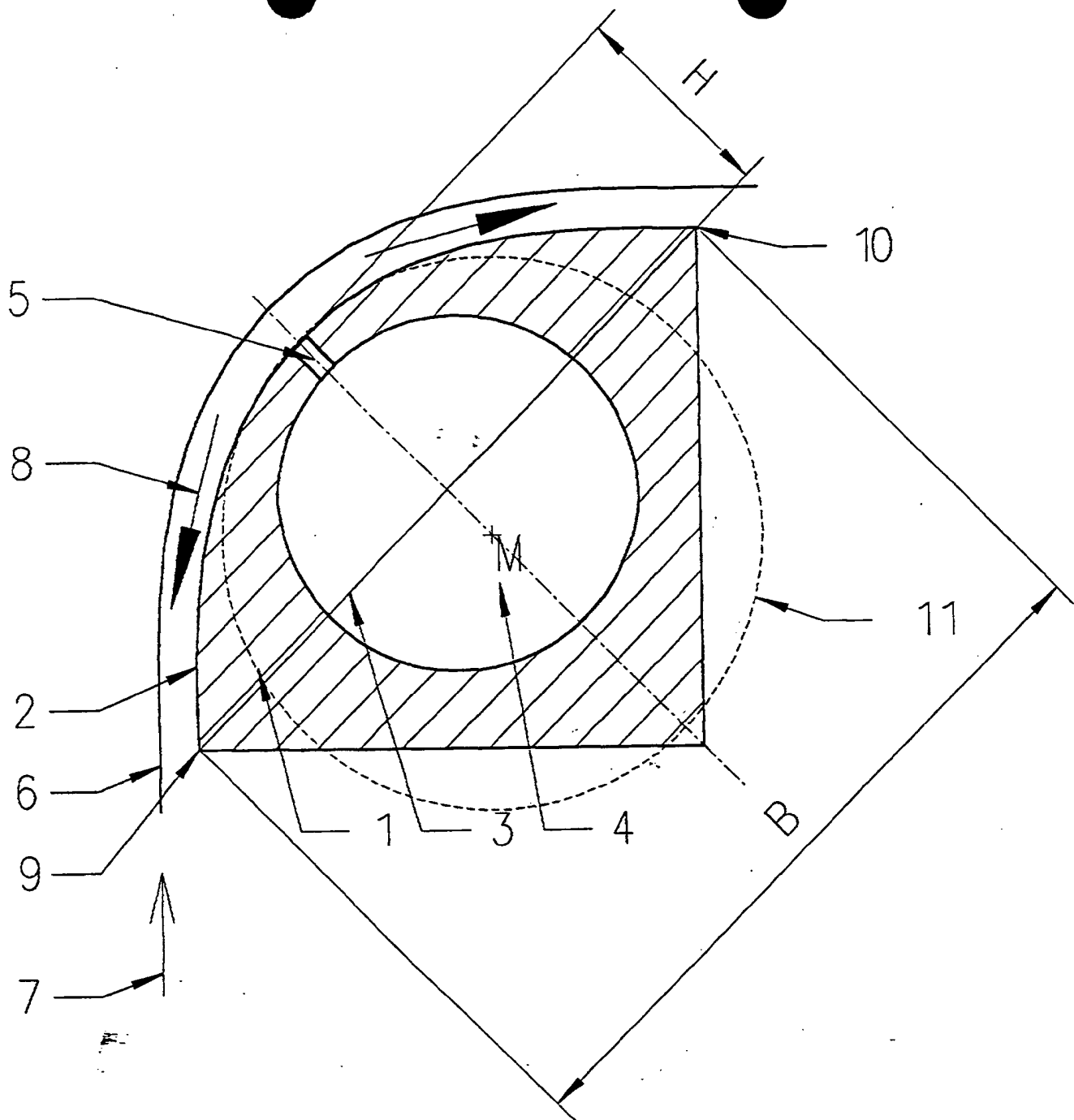
Figur 1



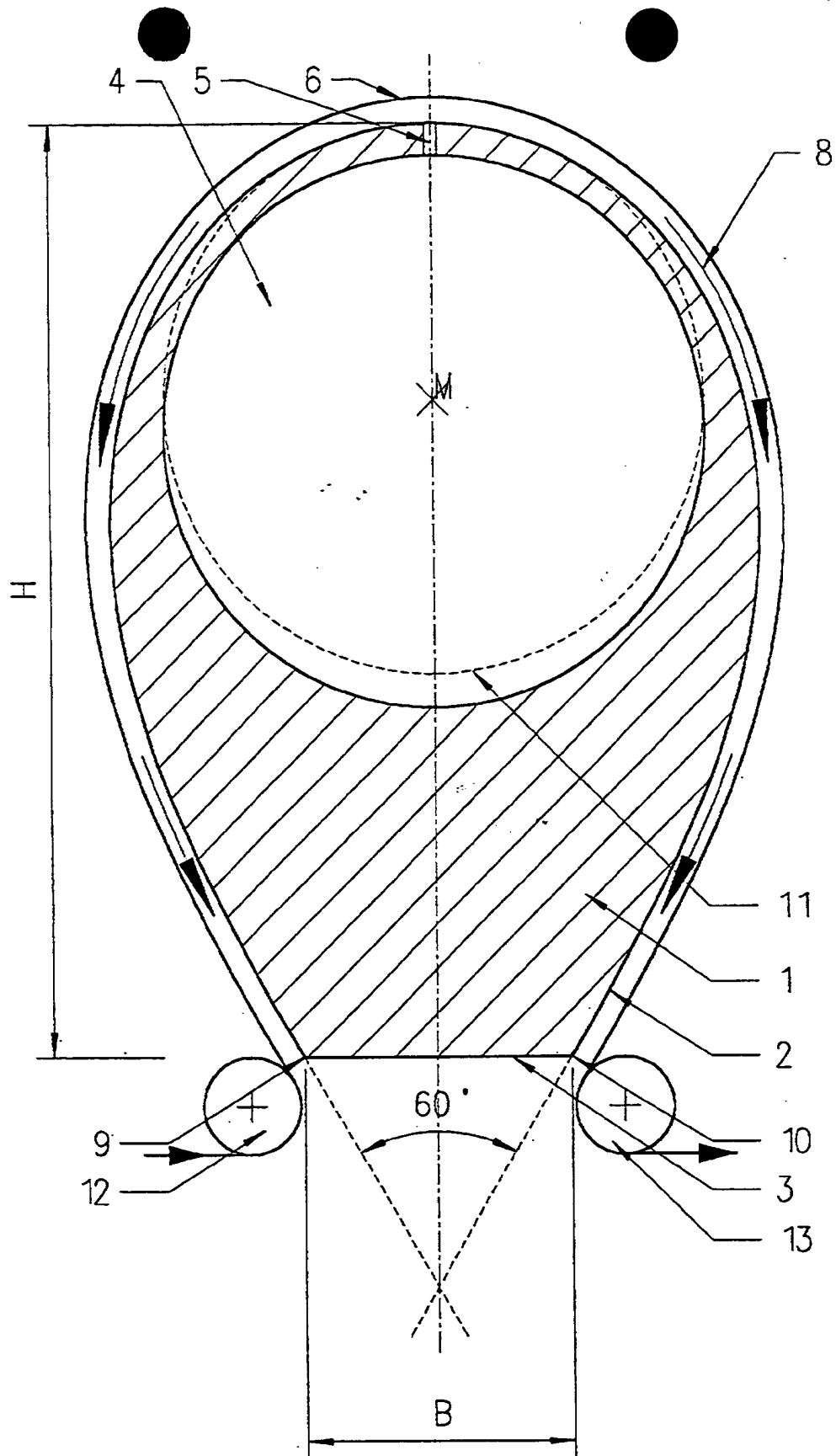
Figur 2



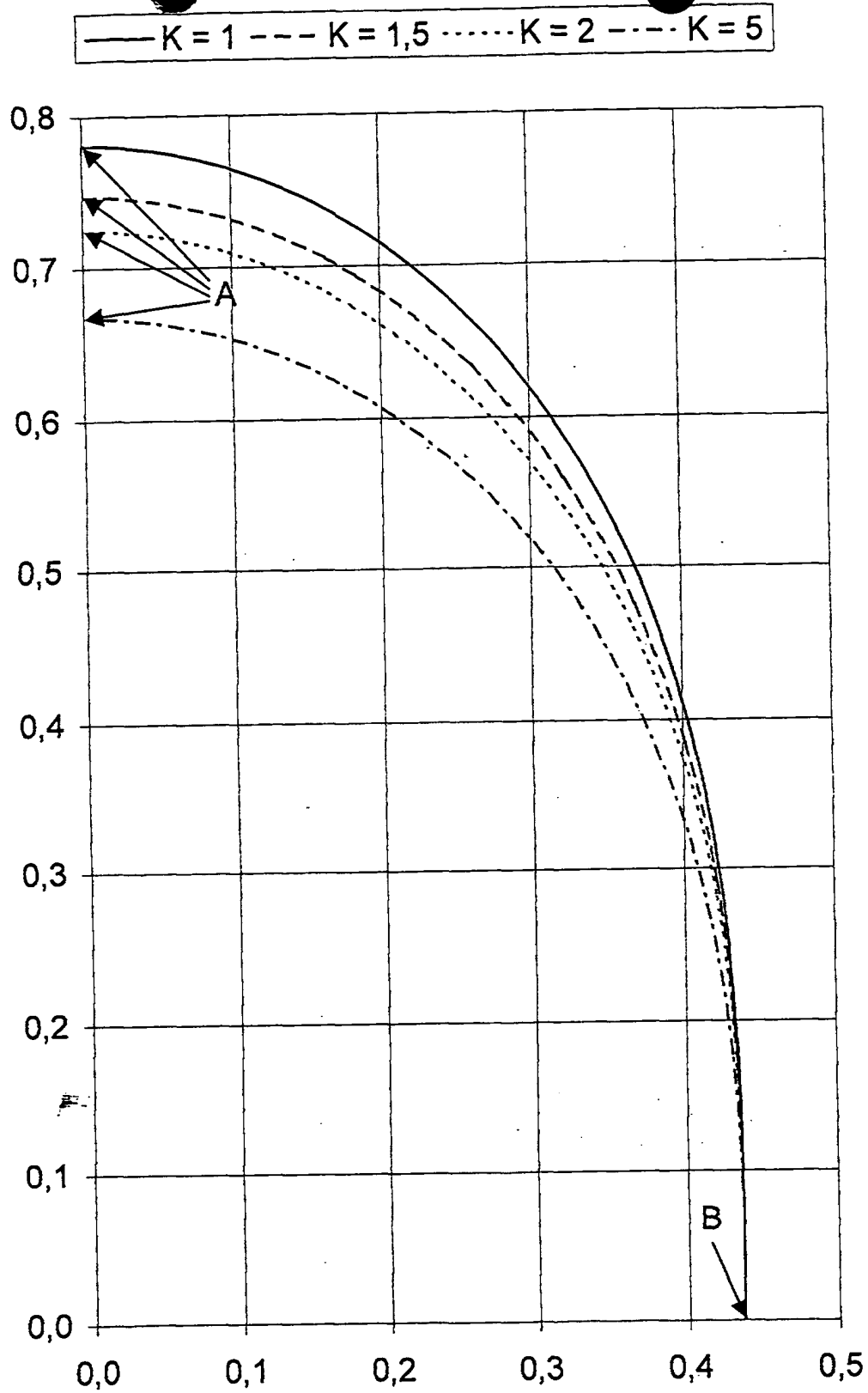
Figur 3



Figur 4



Figur 5



Figur 6

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. März 2002 (14.03.2002)

PCT

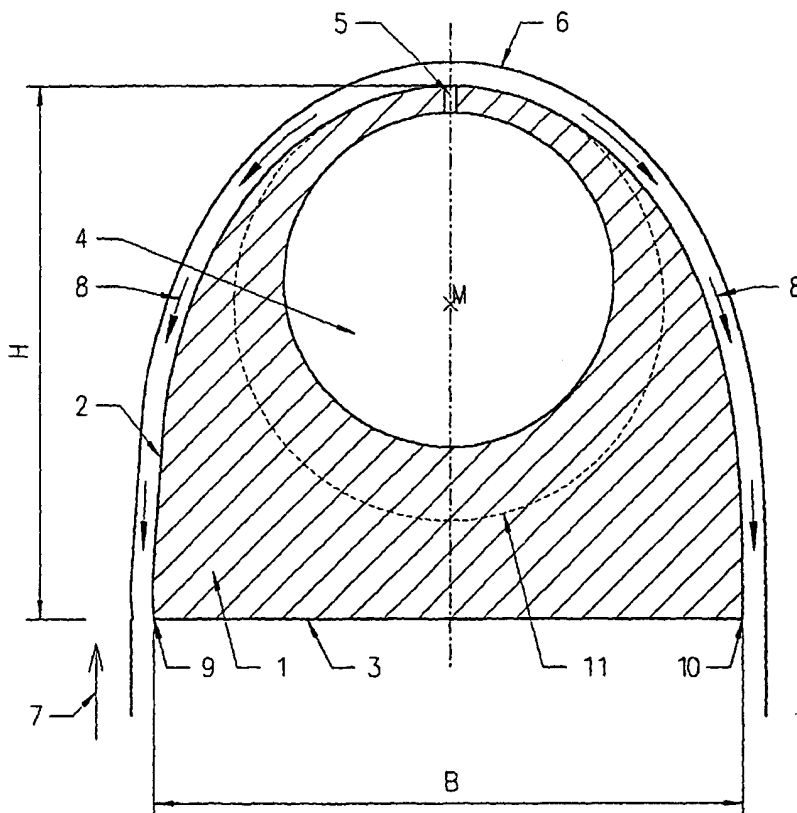
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/20386 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B65H 23/24** (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KLAS, Ernst** [DE/DE];
(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP01/09741** Seehofstrasse 94, 53721 Siegburg (DE). **VON DER OHE,**
Thomas [DE/DE]; Niehler Damm 151, 50375 Köln (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 23. August 2001 (23.08.2001) (74) Anwalt: **FRESE-GÖDDEKE, Beate**; Hüttenallee 237b,
47800 Krefeld (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).
(30) Angaben zur Priorität: 100 44 676.0 9. September 2000 (09.09.2000) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **VITS-MASCHINENBAU GMBH** [DE/DE];
Winkelsweg 172, 40764 Langenfeld (DE).
Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TURN BAR

(54) Bezeichnung: WENDESTANGE



(57) Abstract: In systems with known turn bars, a continuous web is guided over a cylindrical deflecting surface which forms a part of the lateral surface of the turn bar by a thin cushion of flowing air or liquid, a short distance above and without touching said deflecting surface. The deflecting surface is connected to nozzle openings for supplying the medium. Until now, it has been almost impossible to guide the web steadily without the web starting to flutter, especially with high web tensions. The aim of the invention is to solve this problem. The novel turn bar is characterized by the combination of the following features: (a) the deflecting surface is smooth; (b) for each of the two mirror-symmetrical sectors of the contour (2), the radius of the curvature is inversely proportional to the length of the sector as measured from the end point (9, 10), at every point; (c) only one row of nozzle openings (5) is provided and these are in the apex line of the deflecting surface. Alternatively, a total of two parallel rows of nozzle openings (5a, 5b) are situated a small distance apart, symmetrically on both sides of the apex line.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]